

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/US05/011886

International filing date: 08 April 2005 (08.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR  
Number: 2004-24465  
Filing date: 09 April 2004 (09.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 08 August 2005 (08.08.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BLAKELY SOKOLOFF TAYLOR & ZAFMAN

A LIMITED LIABILITY PARTNERSHIP INCLUDING LAW CORPORATIONS

TELEPHONE (408) 720-8300

FACSIMILE (408) 720-8383

BSTZ\_MAIL@BSTZ.COM

WWW.BSTZ.COM

INTELLECTUAL PROPERTY LAW

SILICON VALLEY

1279 OAKMEAD PARKWAY  
SUNNYVALE, CALIFORNIA 94085-4040

OTHER OFFICES

LOS ANGELES, CA  
ORANGE COUNTY/COSTA MESA, CA  
SAN JOSE, CA  
DENVER, CO  
PORTLAND/BEAVERTON, OR  
SEATTLE, WA

04 August 2005

PCT Operations Division  
International Bureau of WIPO  
34 chemin des Colombettes  
Geneva  
Switzerland 1211

*Via Courier*

Re: International Application No. PCT/US2005/011886  
International Filing Date: 08 April 2005  
Title: Wavelength Division Multiplexing Passive...Distribution  
Applicants Name: Novera Optics, Inc.  
Applicants Ref: 005489.P092PCT

Dear Sir:

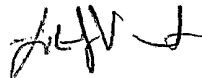
Enclosed please find the Priority Document for the above-referenced application.

Please acknowledge the safe receipt of the enclosed via return fax to (408) 720-8383.

Thank you, and if you have any questions or concerns, please do not hesitate to contact me.

Very truly yours,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP



Lester J. Vincent  
31,460

LJV/SKW/taj  
Enclosure



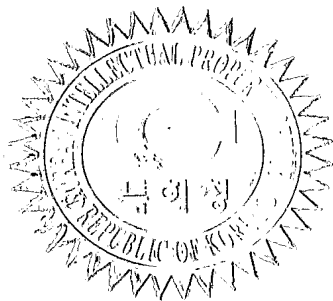
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2004-0024465  
Application Number

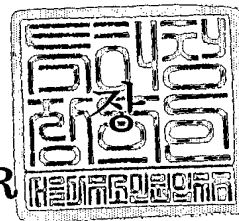
출원 년 월 일 : 2004년 04월 09일  
Date of Application APR 09, 2004

출원인 : 노베라옵틱스코리아 주식회사  
Applicant(s) NOVERA OPTICS KOREA CO., LTD.



2005 년 04 월 14 일

특 허 청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【제출일자】** 2004.04.09  
**【발명의 국문명칭】** 다단 분기 광 분배망을 갖는 파장 분할 다중 방식 수동형  
광 네트워크  
**【발명의 영문명칭】** WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING PASSIVE OPTICAL  
NETWORK HAVING MULTIPLE BRANCH DISTRIBUTION NETWORK  
**【출원인】**  
**【명칭】** 노베라운텍스코리아 주식회사  
**【출원인코드】** 1-2002-002483-6  
**【대리인】**  
**【성명】** 김성기  
**【대리인코드】** 9-1998-000093-9  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 이창희  
**【성명의 영문표기】** LEE, Chang Hee  
**【주민등록번호】** 610923-1657711  
**【우편번호】** 305-707  
**【주소】** 대전광역시 유성구 신성동 삼성한울아파트 110동 102호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 이학규  
**【성명의 영문표기】** LEE, Hak Kyu  
**【주민등록번호】** 630227-1066712  
**【우편번호】** 305-707  
**【주소】** 대전광역시 유성구 신성동 삼성한울아파트 111동 404호

**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 임동성  
**【성명의 영문표기】** LIM,Dong Sung  
**【주민등록번호】** 640208-1006011  
**【우편번호】** 305-761  
**【주소】** 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 105동 1703호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 김성기 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 0 면 38,000 원  
**【가산출원료】** 26 면 0 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 11 항 461,000 원  
**【합계】** 499,000 원  
**【감면사유】** 소기업(70%감면)  
**【감면후 수수료】** 149,700 원  
**【첨부서류】** 1.위임장\_1통 2.소기업임을 증명하는 서류\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 다단 분기의 광 분배망을 갖는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크에 관한 것이다. 본 발명에 따른 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크는 중앙 기지국, 복수 개의 광 가입자 및 이들을 상호 물리적으로 연결하는 광 분배망을 구비하고, 상기 광 분배망은 물리적으로 분리된 적어도 2개 이상의 원격 노드와, 상기 중앙 기지국, 상기 원격 노드 및 광 가입자를 순차적으로 연결하는 다단 광 케이블을 포함한다.

**【대표도】**

도 2

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

다단 분기 광 분배망을 갖는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크  
 {WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING PASSIVE OPTICAL NETWORK HAVING MULTIPLE  
 BRANCH DISTRIBUTION NETWORK}

### 【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1은 종래의 WDM-PON 구조를 개략적으로 도시한 구성도.
- <2> 도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른  $1 \times 2 \times N/2$  방식의 3단 분기  
 성형 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도.
- <3> 도 3은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른  $1 \times 2 \times N/2$  방식의 3단 분기  
 성형 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도.
- <4> 도 4는 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따른  $1 \times 4 \times N/4$  방식의 3단 분기  
 성형 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도.
- <5> 도 5는 본 발명의 바람직한 제4 실시예에 따라 애드/드롭(add/drop) 방식을  
 채용한 다단 분기 광분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도.
- <6> < 도면 부호의 주요 부분에 대한 설명 >
- <7> 100 : 중앙 기지국
- <8> 400, 500, 600 : 광 분배망
- <9> 300 : 광 가입자

- <10>            401 : 1단 광 케이블
- <11>            410 : 제1 원격 노드
- <12>            411 : 제1 A/B 대역 분리 필터
- <13>            413 : 제2 A/B 대역 분리 필터
- <14>            415 : 제3 A/B 대역 분리 필터
- <15>            417 : A+/A- 대역 분리 필터
- <16>            419 : B+/B- 대역 결합 필터
- <17>            421, 423 : 2단 광 케이블
- <18>            430 : 제2 원격 노드
- <19>            431 : 제1 다중/역다중화기
- <20>            433 : 제2 다중/역다중화기
- <21>            441, 442, 443, 444 : 3단 광케이블

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <22>            본 발명은 수동형 광 네트워크에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다단 분기의 광 분배망을 갖는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크(WDM-PON; wavelength division multiplexing passive optical network)에 관한 것이다.

- <23>            도 1은 종래의 WDM-PON 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다. 도1 을 참조



하면, 상기 WDM-PON은 중앙 기지국(100), 광 분배망(200) 및 광 가입자(300-1, 300-2...300-N, 이하 300으로 통칭)로 구성된다.

&lt;24&gt;

상기 WDM-PON은 2개의 파장 대역(wavelength band)을 사용하여 양방향 통신을 수행한다. 예컨대, 중앙 기지국(100)에서 광 가입자(300) 방향의 하향 신호는 A 대역 파장을 통하여 전송되고, 광 가입자(300)에서 중앙 기지국(100) 방향의 상향 신호는 B 대역 파장을 통하여 전송된다.

&lt;25&gt;

상기 중앙 기지국(100)은 A 대역 파장의 하향 신호를 송신하는 A 대역 광 송신기(101, 102, 103)와, B 대역 파장의 상향 신호를 수신하는 B 대역 광 수신기(111, 112, 113)와, A 대역 파장의 광과 B 대역 파장의 광을 분리/결합하는 대역 분리 필터(121, 122, 123)와, A 대역 파장의 광과 B 대역 파장의 광을 동시에 투과하여 다중화/역다중화하는  $1 \times N$  다중/역다중화기(130)를 포함한다. 여기서, N은 광 가입자 수이다.

&lt;26&gt;

상기 광 가입자(300)는 B 대역 파장의 상향 신호를 송신하는 B 대역 광 송신기(301, 302, 303), A 대역 파장의 하향 신호를 수신하는 A 대역 광 수신기(311, 312, 313)와, A 대역 파장의 광과 B 대역 파장의 광을 분리/결합하는 대역 분리 필터(321, 322, 323)를 각각 포함한다.

&lt;27&gt;

상기 광 분배망(200)은 중앙 기지국(100)으로부터 광 가입자(300)까지의 구간에 해당하는 것으로서, 상기 중앙 기지국(100)에서 멀리 떨어져 있는 원격 노드(210)까지 다중화된 파장의 광 신호들을 전송하는 1 단 광 케이블(201)과, 상기 중

양 기지국(100) 및 광 가입자(300)로부터 전송되는 광 신호를 다중/역다중화하는  $1 \times N$  다중/역다중화기(210)와, 상기 다중/역다중화기(210)와 각 광 가입자(300)를 연결하는 N 개의 2 단 광 케이블(221,222,223)을 포함한다. 여기서, 상기  $1 \times N$  광 다중/역다중화기(210)가 원격 노드의 역할을 하게 된다.

&lt;28&gt;

이와 같이, 상기 WDM-PON의 광 분배망(200)은 1 단 및 2 단 광 케이블과 1개의 원격 노드로 구성된 2단 성형 구조를 갖기 때문에, 상기 WDM-PON이 수용할 수 있는 모든 광 가입자의 수가 N개라고 할 때, N개의 광 가입자들은 상기 1개의 원격 노드(210)에 연결되어야 한다. 따라서, 상기 원격 노드(210)는 사용되는 광 케이블, 즉 광 섬유의 양을 최소화하기 위해서 N개의 가입자들의 중앙에 위치해야 한다. 그러나, 지형 또는 지역 특성상 중앙에 원격 노드가 설치되기 어려운 경우, 원격 노드와 각 광 가입자는 비효율적인 구조로 연결되어 고가의 광섬유가 낭비되는 문제점이 있다. 특히, 농촌 지역과 같이 광 가입자가 넓은 지역에 산발적으로 분포된 지역에 종래의 2단 성형 구조의 광 분배망을 갖는 WDM-PON이 적용될 경우, 불필요한 광 섬유의 낭비를 가져오게 될 뿐만 아니라, 설치 작업에도 어려움이 뒤 따른다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

&lt;29&gt;

본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 그 목적은 2단 성형 광 분배망의 구조적 한계를 극복하는 다단 분기 광 분배망을 채용한 WDM-PON을 제공하는 것이다.

<30> 또한, 본 발명의 다른 목적은 불필요한 광 섬유의 낭비를 막고 설치 및 구현이 보다 용이한 다단 분기 광 분배망을 채용한 WDM-PON을 제공하는 것이다.

<31> 전술한 본 발명의 목적 및 장점 이외의 다른 목적 및 장점은 이하의 상세한 설명 및 첨부 도면을 통하여 명백해질 것이다.

### 【발명의 구성】

<32> 본 발명의 특징에 따른 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크는 중앙 기지국, 복수 개의 광 가입자 및 이들을 상호 물리적으로 연결하는 광 분배망을 구비하고, 상기 광 분배망은 물리적으로 분리된 적어도 2개 이상의 원격 노드와, 상기 중앙 기지국, 상기 원격 노드 및 광 가입자를 순차적으로 연결하는 다단 광 케이블을 포함한다.

<33> 상기 특징에 따른 바람직한 실시예에 있어서, 상기 광 분배망은 제1 원격 노드와, 상기 제1 원격 노드와 상기 광 가입자 사이에 배치되고, 적어도 2개 이상의 다중/역다중화기를 구비한 제2 원격 노드와, 상기 중앙 기지국과 상기 제1 원격 노드를 연결하는 1단 광 케이블과, 상기 제1 원격 노드와 상기 제2 원격 노드의 각 다중/역다중화기를 연결하는 2단 광 케이블과, 상기 각 다중/역다중화기와 상기 각 광가입자를 연결하는 3단 광 케이블을 포함한다.

<34> 또한, 상기 특징에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1 원격 노드는 상기 중앙 기지국으로부터 전송되는 하향 신호를 소정 개수의 그룹으로 분리하여 대응하는 제2 원격 노드의 다중/역다중화기로 각각 전송하고, 상기 제2 원격

노드의 각 다중/역다중화기로부터 입력되는 상향 신호를 결합하여 상기 중앙 기지국으로 전송한다.

<35> 여기서, 상기 다중/역다중화기는  $1 \times N/2$  다중/역다중화기이고, 여기서 N은 광 가입자 수이다.

<36> 또한, 상기 특징에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1 원격 노드는 상향 신호 및 하향 신호를 분리 및 결합하는 분리/결합 필터와, 상기 분리/결합 필터로부터 입력되는 하향 신호(A)를 장파장 대역의 하향 신호(A+) 및 단파장 대역의 하향 신호(A-)로 분리하여 지정된 다중/역다중화기로 출력하는 하향 신호 분리 필터와, 상기 다중/역다중화기로부터 입력되는 장파장 대역의 상향 신호(B+) 및 단파장 대역의 상향 신호(B-)를 결합하여 상기 분리/결합 필터로 출력하는 상향 신호 결합 필터를 포함한다.

<37> 또한, 상기 특징에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1 원격 노드는 상기 중앙 기지국으로부터 입력되는 하향 신호를 수신하여 홀수 차수의 파장 신호 및 짝수 차수의 파장 신호로 분리하여 지정된 상기 다중/역다중화기로 출력하고, 상기 각 다중/역다중화기로부터 입력되는 홀수 차수 파장의 상향 신호 및 짝수 차수의 파장의 하향 신호를 결합하여 상기 중앙 기지국으로 전송하는 광 인터리버를 포함한다.

<38> 또한, 상기 특징에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 상기 광 분배망은 상기 다단 광 케이블에 연결되어, 소정의 광 가입자에게 할당된 파장의 하향 신호

를 상기 광 가입자에게로 드롭시키는 드롭 필터와, 상기 광 가입자로부터 전송되는 상향 신호를 상기 광 케이블로 애드시키는 애드 필터로 구성된 적어도 1개 이상 원격 노드를 구비한다. 또한, 상기 원격 노드들 중 최종 원격 노드와 잔여 광 가입자 사이에 배치되어 상향 신호 및 하향 신호를 다중화 및 역다중화하는 다중/역다중화기를 더 포함한다.

<39> 이제, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세히 설명한다.

<40> 도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른  $1 \times 2 \times N/2$  방식의 3단 분기 성형(triple star) 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다.

<41> 도 2를 참조하면, 상기 WDM-PON은 중앙 기지국(100), 광 분배망(400) 및 광 가입자(300)로 구성되고, 상기 중앙 기지국(100)과 광 가입자(300) 사이를 물리적으로 연결하는 광 분배망(400)은 2개의 원격 노드와 이들을 연결하는 1단 내지 3단 광 케이블로 구성된 3단 성형 구조를 갖는다. 참고로, 상기 중앙 기지국(100) 및 광 가입자(300)의 구성은 도 1과 동일한 것이며, 이에 대한 중복 설명은 생략한다.

<42> 상기 3단 성형 광 분배망(400)에서, 중앙 기지국(100)으로부터 전송되는 하향 신호, 즉 A 대역 파장의 다중화된 광 신호는 1단 광 케이블(401)을 통하여 멀리 떨어져 있는 제1 원격 노드(410)로 전송되고, 여기서 상기 광 신호는 다시 장파장 대역(A+) 신호와 단파장 대역(A-) 신호로 분리된 후 2개의 2단 광 케이블

(421)(423)을 통하여 제2 원격 노드(430)의 제1 다중/역다중화기(431) 및 제2 다중/역다중화기(433)로 전송된다. 다음, 상기 제1 및 제2 다중/역다중화기(431)(433)는 각자  $N/2$ 개의 3단 광케이블(441내지 444)를 이용하여 각 가입자에 할당된 파장의 광 신호를 각 가입자(300)에게 전송한다.

<43> 또한, 각 광가입자(300)로부터 전송되는 상향 신호, 즉 B 대역 파장의 광 신호는 전송한 과정의 역순으로 상기 제2 원격 노드(430), 제1 원격 노드(410)를 경유하여 상기 중앙 기지국(100)으로 전송된다.

<44> 상기 제1 원격 노드(410)는 하향으로 사용되는 A 파장 대역의 광 및 상향으로 사용되는 B 파장 대역의 광을 분리하는 3개의 A/B 대역 분리 필터, 즉 제1 내지 제3 A/B 대역 분리 필터(411)(413)(415)와, 상기 제1 내지 제3 A/B 대역 분리 필터(411)(413)(415) 사이에 배치되어 하향 신호인 A 대역 파장 신호를 장파장 대역(A+) 신호 및 단파장 대역(A-) 신호로 분리하는 A+/A- 대역 분리 필터(417)와, 상기 제1 내지 제3 A/B 대역 분리 필터(411)(413)(415) 사이에 배치되어 상기 제1 및 제2 다중화기(431)(433)로부터 각각 입력되는 장파장 대역(B+) 신호 및 단파장 대역(B-) 신호를 결합하는 B+/B- 대역 결합 필터(419)로 구성된다.

<45> 여기서, 상기 분리 필터 및 결합 필터들은 여러 개의 박막 층으로 이루어진 박막형 광 필터로 구성될 수 있으며, 상기 필터들은 이 분야의 당업자들에게는 널리 알려져 있는 광소자이다. 특히, 상기 광 필터의 특성은 관련 서적 "Handbook of Optics volume 1"(McGraw Hill 출판, 1995년 발행)의 제42장 Optical properties of films and coating에 상세히 기술되어 있다.

&lt;46&gt;

상기 중앙 기지국(100)으로부터 전송되는 하향 신호, 즉 A 대역 파장의 광 신호는 제1 A/B 대역 분리 필터(411)를 경유하여 상기 A+/A- 대역 분리 필터(417)로 전송된 후, 여기서 장파장 대역(A+) 신호 및 단파장 대역(A-) 신호로 분리된다. 다음, 상기 A+ 신호는 제2 A/B 대역 분리 필터(413)로 전송된 후, 2단 광 케이블(421)을 통하여 제2 원격 노드(430)의 제1 다중/역다중화기(431)로 전송되고, 상기 A- 신호는 제3 A/B 대역 분리 필터(415)로 전송된 후, 2단 광 케이블(423)을 통하여 제2 원격 노드(430)의 제2 다중/역다중화기(433)로 전송된다. 이로써, 중앙 기지국(100)으로부터 입력되는 하향 광 신호는 파장 길이를 기준으로 크게 2 그룹으로 분류되어 2개의 다중/역다중화기(431)(433)로 분산된다. 또한, 상기 제1 다중/역다중화기(431)는 A+ 신호를 투과하여 여러 개의 파장으로 분할한 후 제1 광 가입자(300-1) 내지 제N/2 광 가입자(300-N/2)로 전송하고, 상기 제2 다중/역다중화기(433)는 A- 신호를 투과하여 여러 개의 파장으로 분할한 후 제(N/2+1) 광 가입자(300-N/2+1) 내지 제N 광 가입자(300-N)로 전송한다.

&lt;47&gt;

한편, 각 광 가입자(300)로부터 입력되는 상향 신호, 즉 B 대역 파장의 광 신호는 전술한 과정의 역순으로 진행된다. 즉, 상기 제1 다중/역다중화기(431)는 제1 광 가입자(300-1) 내지 제N/2 광 가입자(300-N/2)로부터 수신된 복수의 B+ 대역 파장 신호를 다중화하여 광 케이블(421)을 통하여 제1 원격 노드(410)로 전송하고, 상기 제2 다중/역다중화기(433)는 제(N/2+1) 광 가입자(300-N/2+1) 내지 제N 광 가입자(300-N)로부터 수신된 복수의 B- 대역 파장 신호를 다중화하여 광 케이블(423)을 통하여 제1 원격 노드(410)로 전송한다. 다음, 제1 다중/역다중화기(431)

로부터 입력되는 B+ 신호는 제2 A/B 대역 분리 필터(413)를 경유하여 B+/B- 대역 결합 필터(419)로 전송되고, 제2 다중/역다중화기(433)로부터 입력되는 B- 신호도 제3 A/B 대역 분리 필터(415)를 경유하여 상기 B+/B- 대역 결합 필터(419)로 전송된다. 다음, 상기 B+ 신호 및 B- 신호는 상기 B+/B- 대역 분리 필터(417)에서 결합된 후 제1 A/B 대역 분리 필터(411)를 경유하여 상기 중앙 기지국(100)으로 전송된다.

<48> 여기서, 상기 제2 원격 노드의 제1 다중/역다중화기(431) 및 제2 다중/역다중화기(433)는 물리적으로 분리되어 서로 다른 위치에 설치될 수 있으며, 이로 인해 종래의 WDM-PON에 비하여 원격 노드는 광 가입자의 분포 상태를 고려하여 보다 효율적인 위치에 설치될 수 있다.

<49> 또한, 상기 제1 및 제2 다중/역다중화기(431)(433)는 배열 도파로 격자(AWG; Arrayed Waveguide Grating)로 구현될 수 있다. 상기 배열 도파로 격자(AWG)는 이 분야의 당업자에게 널리 알려진 것으로서, 특히 논문 "Transmission characteristic of arrayed-waveguide  $N \times N$  wavelength multiplexer"(IEEE photonic technology letters 논문지 제13권 제447면 내지 455면)에 상세히 기술되어 있다.

<50> 또한, 상기 제1 및 제2 다중/역다중화기(431)(433)는 박막 필터를 이용한 고밀도 파장 분할 다중/역다중화기[filter type DWDM(Dense Wavelength-Division Multiplexing) MUX/DEMUX]을 이용하여 구현되는 것도 바람직하다.



<51> 도 3은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른  $1 \times 2 \times N/2$  방식의 3단 분기 성형 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다.

<52> 도 3을 참조하면, 상기 WDM-PON은 중앙 기지국(100), 광 분배망(500) 및 광 가입자(300)로 구성되고, 상기 중앙 기지국(100)과 광 가입자(300) 사이를 물리적으로 연결하는 광 분배망(500)은 제1 원격 노드(510) 및 제2 원격 노드(530)와, 이들을 연결하는 1단 내지 3단 광 케이블로 구성된다. 여기서, 도 1 및 도 2에 개시된 것과 동일한 구성에 대한 중복 설명을 생략한다.

<53> 상기 제1 원격 노드(510)는 1단 광 케이블(501)로부터 입력되는 하향 신호를 홀수 차수의 광 파장 신호 및 짝수 차수의 광 파장 신호로 분리하는 광 인터리버(512)를 구비한다. 상기 광 인터리버(512)는 입력되는 광 신호를 파장 또는 주파수에 따라 일정하게 분리하여 출력하는 광소자로서, 이 분야에서는 통상 사용되는 것이다.

<54> 상기 광 인터리버(512)의 기본 원리는 마하 켄더(Mach Zehnder) 광 간섭계의 원리를 이용하는데, 입력되는 광 신호는 2개의 입력과 2개의 출력을 갖는  $2 \times 2$  광 결합계(optical coupler)를 통과시켜 분리된 후 2개의 각기 다른 경로로 진행되어 다시  $2 \times 2$  광 결합계에서 합쳐지게 되고, 일정한 주파수 간격의 신호들이 2개의 출력 포트에서 분리되어 출력된다. 예컨대, 100GHz 간격으로 N개의 광 신호가 상기 광 인터리버(512)로 입력되는 경우, 제1 출력 포트(513a)에는  $a+100\text{GHz}$ ,  $a+300\text{GHz}$ ... 등의 광 신호가 출력되고, 제2 출력 포트(513b)에는  $a+200\text{GHz}$ ,  $a+400\text{GHz}$ ... 등의 광 신호가 출력된다. 여기서, a는 임의의 광 신호 대역 주파수이

다. 이로써, 100GHz 간격으로 입력된 N개의 광 신호는 200GHz 간격의 광 신호로 분리되어 2개의 출력 포트(513a)(513b)에 각각 N/2씩 나누어 출력된다. 이 때, 제1 출력 포트(513a)에서 출력되는 광 신호를 홀수 차수의 광 파장 신호, 제2 출력 포트(513b)에서 출력되는 광 신호를 짝수 차수의 광 파장 신호로 각각 정의할 수 있다.

<55>       이로써, 상기 1단 광 케이블(501)을 통하여 입력되는 광 신호는 제1 원격 노드(510)의 광 인터리버(512)에서 홀수 차수의 광 파장 신호 및 짝수 차수의 광 파장 신호로 분리된 후, 상기 홀수 차수의 광 파장 신호는 제1 출력 포트(513a)로 출력되어 2단 광 케이블(521)을 통하여 제2 원격 노드의 제1 다중/역다중화기(431)로 전송되며, 상기 짝수 차수의 광 파장 신호는 제2 출력 포트(513b)로 출력되어 2단 광 케이블(523)을 통하여 제2 원격 노드의 제2 다중/역다중화기(533)로 전송된다.

<56>       또한, 상기 제1 다중/역다중화기(531) 및 제2 다중/역다중화기(533)는 홀수 차수의 광 파장 신호 및 짝수 차수의 광 파장 신호를 각각 여러 개의 파장 신호로 분해한 후 해당 광 가입자에게로 전달한다.

<57>       본 실시예에서는 이해를 돕기 위해 제1 다중/역다중화기(531)에는 홀수 차수의 광가입자가 연결되고, 제2 다중/역다중화기(533)에는 짝수 차수의 광 가입자가 연결되도록 구성하였다.

<58>       이상의 설명은 중앙 기지국(100)에서 광 가입자(300)로 광신호가 진행되는 하향 신호를 예로 들어 설명하였으나, 광 가입자(300)에서 중앙 기지국(100) 방향

으로 광 신호가 진행되는 상향 신호의 경우는 전술한 과정의 역순으로 진행되며 구체적인 설명은 생략한다. 다만, 제1 다중/역다중화기(531)에서 출력되는 상향 신호 및 제2 다중/역다중화기(533)에서 출력되는 상향 신호는 제1 원격 노드의 광 인터리버(512)에서 결합되어 중앙 기지국(100)으로 전송된다.

<59> 도 4는 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따른  $1 \times 4 \times N/4$  방식의 3단 분기성형 광 분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다.

<60> 도 4를 참조하면, 상기 WDM-PON은 중앙 기지국(100), 광 분배망(600) 및 광 가입자(300)로 구성되고, 상기 중앙 기지국(100)과 광 가입자(300) 사이를 물리적으로 연결하는 광 분배망(600)은 제1 원격 노드(610) 및 제2 원격 노드(630)와, 이들을 연결하는 1단 내지 3단 광 케이블로 구성된다.

<61> 상기 제1 원격 노드(610)는 하향으로 사용되는 A 파장 대역의 광 및 상향으로 사용되는 B 파장 대역의 광을 분리 또는 결합하는 제1 내지 제5 광필터(612)(616)(617)(618)(619)와, 하향으로 사용되는 A 파장 대역의 광신호를 4개의 그룹으로 분리하는 역다중화기(614)와, 상향으로 사용되는 4개 그룹의 B 파장 대역의 광 신호를 결합하여 중앙 기지국으로 전송하는 다중화기(615)로 구성된다.

<62> 먼저, 중앙 기지국(100)으로부터 전송되는 하향 신호, 즉 A 대역 파장의 다중화된 광 신호는 1단 광케이블(601)을 통하여 제1 광 필터(612)로 전송되고, 여기서 다시 다중화기(614)로 전송된다. 다음, 상기 역다중화기(614)는 A 파장 대역의 광 신호를 4개 그룹으로 분리하여 제2 광 필터 내지 제5 광 필터

(616)(617)(618)(619)로 각각 전송한다.

<63>

예컨대, 광 가입자의 수가 32이고(즉,  $N=32$ )이고, 이에 대응하여 소정의 주파수 간격을 갖는 32채널이 상기 역다중화기(614)로 입력되는 경우, 제2 광 필터(616)로는  $a+100\text{GHz}$ ,  $a+200\text{GHz}$ , ...,  $a+700\text{GHz}$ ,  $a+800\text{GHz}$ 의 광 신호를 출력하고, 제3 광 필터(617)로는  $a+1,100\text{GHz}$ ,  $a+1,200\text{GHz}$ , ...,  $a+1,700\text{GHz}$ ,  $a+1,800\text{GHz}$ 의 광 신호를 출력하며, 제4 광 필터(618)로는  $a+2,100\text{GHz}$ ,  $a+2,200\text{GHz}$ , ...,  $a+2,700\text{GHz}$ ,  $a+2,800\text{GHz}$ 의 광 신호를 출력하고, 제5 광 필터(619)로는  $a+3,100\text{GHz}$ ,  $a+3,200\text{GHz}$ , ...,  $a+3,700\text{GHz}$ ,  $a+800\text{GHz}$ 의 광 신호를 출력한다. 여기서,  $a$ 는 임의의 광 신호 대역 주파수이다. 이와 같은 방식으로  $A$  대역 파장의 광 신호를 4개의 그룹으로 분리할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

<64>

상기 제2 광 필터(616)로 전송된 광 신호는 2단 광 케이블(621)을 경유하여 제2 원격 노드(630)의 제1 다중/역다중화기(631)로 전송된다. 마찬가지로, 제3 광 필터 내지 제5 광필터(617)(618)(619)로 전송된 광신호들은 각각 2단 광케이블(623)(625)(627)을 경유하여 제2 다중/역다중화기(632)(633)(634)로 전송된다. 이로써, 중앙 기지국(100)으로부터 입력되는 하향 광 신호는 4개 그룹으로 분류되어 4개의 다중/역다중화기로 분산된다. 또한, 제2 원격 노드(630)의 제1 다중/역다중화기(631)는 2단 광케이블(621)로부터 입력되는 광 신호를 투과하여 여러 개의 파장으로 분할한 후  $N/4$ 개의 3단 광케이블(641,642)를 통하여 제1 그룹에 해당하는 광 가입자(300-1 내지 300- $N/4$ )에게 전송한다. 동일한 방식으로, 제2 내지 제4 다중/역다중화기(632)(633)(634)는 각각 광 케이블(623)(625)(627)로부터 입력되는

광 신호를 투과하여 여러 개의 파장으로 분할한 후 각각 N/4개의 3단 광케이블을 경유하여 제2 내지 제4 그룹에 해당하는 광가입자에게 전송한다.

&lt;65&gt;

한편, 각 광 가입자(300)로부터 전송되는 상향 신호, 즉 B 대역 파장의 광 신호는 전송한 과정을 역순으로 진행된다. 다만, 2단 광케이블 (621)(623)(625)(627)을 경유하여 상기 제2 광 필터(616) 내지 제5 광 필터(619)로 입력되는 4개 그룹의 상향 B 대역 파장 신호는 제1 원격 노드(610)의 다중화기 (615)에서 다중화된 후 제1 광 필터(612)를 경유하여 중앙 기지국(100)으로 전송된다.

&lt;66&gt;

여기서, 제1 원격 노드의 역다중화기(614), 다중화기(615)와, 제2 원격 노드의 제1 내지 제4 다중/역다중화기(631 내지 634)는 배열 도파로 격자(AWG) 또는 8 스킵 2 광 필터(8-skip-2 optical filter)로 구현되는 것이 바람직하다.

&lt;67&gt;

도 5는 본 발명의 바람직한 제4 실시예에 따라 애드/드롭(add/drop) 방식을 채용한 다단 분기 광분배망을 구비한 WDM-PON의 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다.

&lt;68&gt;

먼저, 중앙 기지국(100)에서 각 광가입자(300)로 전송되는 하향 신호를 중심으로 설명한다.

&lt;69&gt;

상기 중앙 기지국(100)에서 전달되는 모든 파장의 광 신호는 1단 광 케이블 (701)을 통하여 제1 원격 노드(710)까지 전달되고, 여기서 제1 가입자(300-1)에게 할당된 파장의 하향 신호가 제1 원격 노드(710)의 드롭 필터(711)에서 드롭되어 제

1 가입자(300-1)의 광 수신기(311)로 드롭된다.

<70>

다음, 나머지 파장의 광 신호는 2단 광 케이블(703)을 통하여 제2 원격 노드(720)까지 전달되고, 여기서 제2 가입자(300-2)에게 할당된 파장의 하향 신호가 제2 원격 노드(720)의 제1 드롭 필터(721)에서 드롭되어 제2 가입자(300-2)의 광 수신기(312)로 드롭된다. 또한, 제3 가입자(300-3)에게 할당된 파장의 하향 신호는 제2 원격 노드의 제2 드롭 필터(723)에서 드롭되어 제3 가입자(300-3)의 광 수신기(313)로 드롭된다.

<71>

나머지 파장의 광 신호는 3단 광케이블(605)을 통하여 다중/역다중화기(730)로 전송되며, 여기서 각 가입자에게 해당하는 파장으로 분할된 후 해당 광 가입자(300-4, 300-5)로 전송된다.

<72>

또한, 광가입자(300)에서 중앙 기지국(100) 방향의 상향 신호의 경우, 제1 광가입자(300-1)의 광 송신기(301)에서 출력되는 광 신호는 제1 원격 노드(710)의 애드 필터(712)에서 애드되어 1단 광 케이블(601)을 통하여 중앙 기지국(100)으로 전송된다.

<73>

또한, 제2 광 가입자(300-2) 및 제3 광 가입자(300-3)에서 출력되는 광 신호 역시 유사한 방식으로 제2 원격 노드(720)의 제1 애드 필터(722) 및 제2 애드 필터(724)에서 애드되어 중앙 기지국(100)으로 전송된다. 나머지, 제3 광 가입자(300-3) 내지 제N 광 가입자(300-5)는 전술한 실시예에 개시된 것과 동일한 방식으로 다중/역다중화기(730)를 경유하여 중앙 기지국(100)으로 전송되며, 이에 대한 구체적인

인 설명은 생략한다.

<74> 여기서, 원격 노드의 애드/드롭 필터와 해당 광 가입자의 광 송/수신기 사이는 별도의 광 케이블을 이용하여 연결되는 것이 바람직하다.

<75> 한편, 본 실시예에서는, 3개의 광 가입자만이 중간에서 애드/드롭되는 것으로 들어 설명하고 있으나, 애드/드롭되는 광 가입자의 수는 얼마든지 변경가능하며, 모든 가입자들이 애드/드롭되도록 설계할 수도 있다.

#### 【발명의 효과】

<76> 본 발명에 따른 WDM-PON의 광 분배망은 복수 개의 원격 노드 및 이를 연결하는 다단 광 케이블로 구성되기 때문에, 광 가입자가 광범위하게 여러 그룹으로 분포된 지역에서 보다 효율적으로 배치될 수 있고, 그로 인해 원격 노드와 광 가입자간의 거리가 짧아져 광 섬유를 절약할 수 있다. 또한, 원격 노드와 광 가입자간의 거리가 짧아지기 때문에, 네트워크 설치 공사가 보다 용이해진다.

<77> 또한, 광 가입자가 집중 분포된 도심의 경우에 주로 지하에 포설된 관로를 이용하여 광 분배망을 구성하게 되는데, 기존의 관로가 광 섬유 케이블에 의하여 포화되고 있는 실정이다. 본 발명에 따른 다단 분기 구조의 광 분배망은 포설될 광 섬유의 양을 줄임으로써, 관로의 효율적인 운영을 가능하게 할 수 있다.

<78> 또한, 본 발명에 따른 WDM-PON은 복수 개의 원격 노드를 구비하기 때문에, 네트워크 설치시 다양한 배치 구조의 설계가 가능하며, 지형 및 특성을 고려하여 보다 효율적으로 배치될 수 있다.

&lt;79&gt;

이상으로, 본 발명을 바람직한 실시예에 기초하여 살펴보았으나, 이 분야의 당업자라면 이 발명의 기술 사상 및 범위를 벗어나지 않는 한도에서 변경될 수 있음을 이해할 것이다. 즉, 본 발명은 첨부된 청구 범위 내에서 변경 가능한 것으로서 전술한 예시적인 실시예로 제한되는 것으로 간주되어서는 안 된다.



## 【특허청구범위】

### 【청구항 1】

중앙 기지국, 복수 개의 광 가입자 및 이들을 상호 물리적으로 연결하는 광 분배망을 구비하여 양방향 통신을 수행하는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크에 있어서, 상기 광 분배망은

물리적으로 분리된 적어도 2개 이상의 원격 노드와,

상기 중앙 기지국, 상기 원격 노드 및 광 가입자를 순차적으로 연결하는 다단 광 케이블

을 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크.

### 【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 광 분배망은

제1 원격 노드와,

상기 제1 원격 노드와 상기 광 가입자 사이에 배치되고, 적어도 2개 이상의 다중/역다중화기를 구비한 제2 원격 노드와,

상기 중앙 기지국과 상기 제1 원격 노드를 연결하는 1단 광 케이블과,

상기 제1 원격 노드와 상기 제2 원격 노드의 각 다중/역다중화기를 연결하는 2단 광 케이블과,

상기 각 다중/역다중화기와 상기 각 광가입자를 연결하는 3단 광 케이블

을 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크.

**【청구항 3】**

제2항에 있어서,

상기 제1 원격 노드는 상기 중앙 기지국으로부터 전송되는 하향 신호를 소정 개수의 그룹으로 분리하여 대응하는 제2 원격 노드의 다중/역다중화기로 각각 전송하고, 상기 제2 원격 노드의 각 다중/역다중화기로부터 입력되는 상향 신호를 결합하여 상기 중앙 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

**【청구항 4】**

제3항에 있어서,

상기 다중/역다중화기는  $1 \times N/2$  다중/역다중화기이고, 여기서 N은 광 가입자 수인 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

**【청구항 5】**

제4항에 있어서, 상기 제1 원격 노드는

상향 신호 및 하향 신호를 분리 및 결합하는 분리/결합 필터와,

상기 분리/결합 필터로부터 입력되는 하향 신호(A)를 장파장 대역의 하향 신호(A+) 및 단파장 대역의 하향 신호(A-)로 분리하여 지정된 다중/역다중화기로 출력하는 하향 신호 분리 필터와,

상기 다중/역다중화기로부터 입력되는 장파장 대역의 상향 신호(B+) 및 단파장 대역의 상향 신호(B-)를 결합하여 상기 분리/결합 필터로 출력하는 상향 신호

## 결합 필터

를 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

### 【청구항 6】

제4항에 있어서, 상기 제1 원격 노드는

상기 중앙 기지국으로부터 입력되는 하향 신호를 수신하여 홀수 차수의 파장 신호 및 짝수 차수의 파장 신호로 분리하여 지정된 상기 다중/역다중화기로 출력하고, 상기 각 다중/역다중화기로부터 입력되는 홀수 차수 파장의 상향 신호 및 짝수 차수의 파장의 하향 신호를 결합하여 상기 중앙 기지국으로 전송하는 광 인터리버를 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

### 【청구항 7】

제3항에 있어서,

상기 다중/역다중화기는  $1 \times N/4$  다중/역다중화기이고, 여기서 N은 광 가입자 수인 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

### 【청구항 8】

제7항에 있어서, 제1 원격 노드는

상기 중앙 기지국으로부터 입력되는 하향 신호를 4개의 그룹으로 분류하여 대응하는 제2 원격 노드의 다중/역다중화기로 각각 전송하는 역다중화기와,

상기 제2 원격 노드의 다중/역다중화기로부터 전송되는 4개 그룹의 상향 신호를 다중화하여 상기 중앙 기지국으로 전송하는 다중화기

를 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크.

#### 【청구항 9】

제8항에 있어서, 상기 제1 원격 노드는

상기 역다중화기로부터 전송되는 하향 신호를 상기 제2 원격 노드의 해당 다중/역다중화기로부터 제공하고, 상기 제2 원격 노드의 다중/역다중화기로부터 전송되는 상향 신호를 상기 다중화기로 각각 제공하는 4개의 광필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동형 광 네트워크.

#### 【청구항 10】

제1항에 있어서,

상기 광 분배망은 상기 다단 광 케이블에 연결되어, 소정의 광 가입자에게 할당된 파장의 하향 신호를 상기 광 가입자에게로 드롭시키는 드롭 필터와, 상기 광 가입자로부터 전송되는 상향 신호를 상기 광 케이블로 애드시키는 애드 필터로 구성된 적어도 1개 이상 원격 노드를 구비하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

#### 【청구항 11】

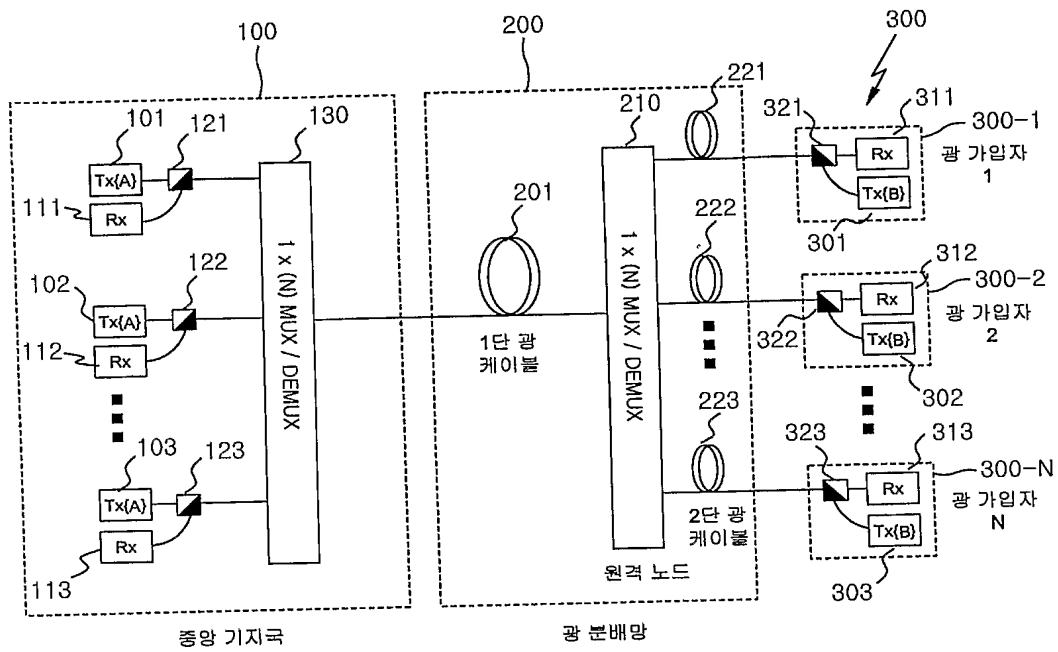
제10항에 있어서,

상기 원격 노드들 중 최종 원격 노드와 잔여 광 가입자 사이에 배치되어 상향 신호 및 하향 신호를 다중화 및 역다중화하는 다중/역다중화기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파장 분할 다중 방식 수동 광 네트워크.

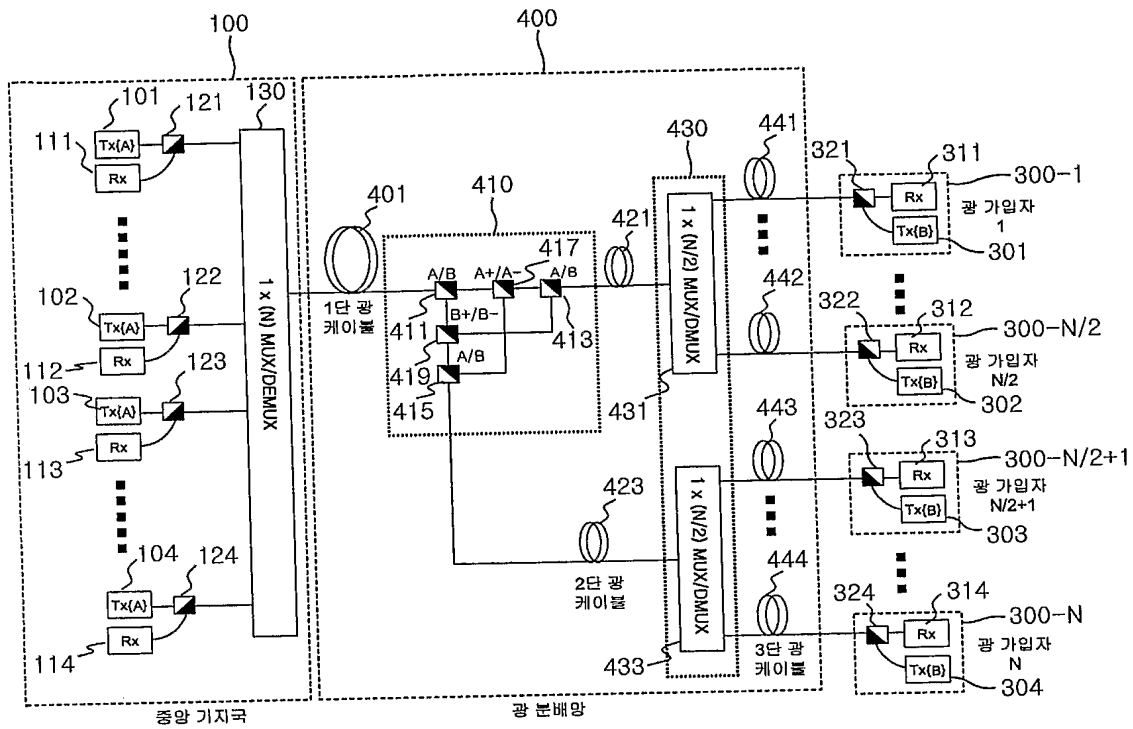
1020040024465 ,

## 【도면】

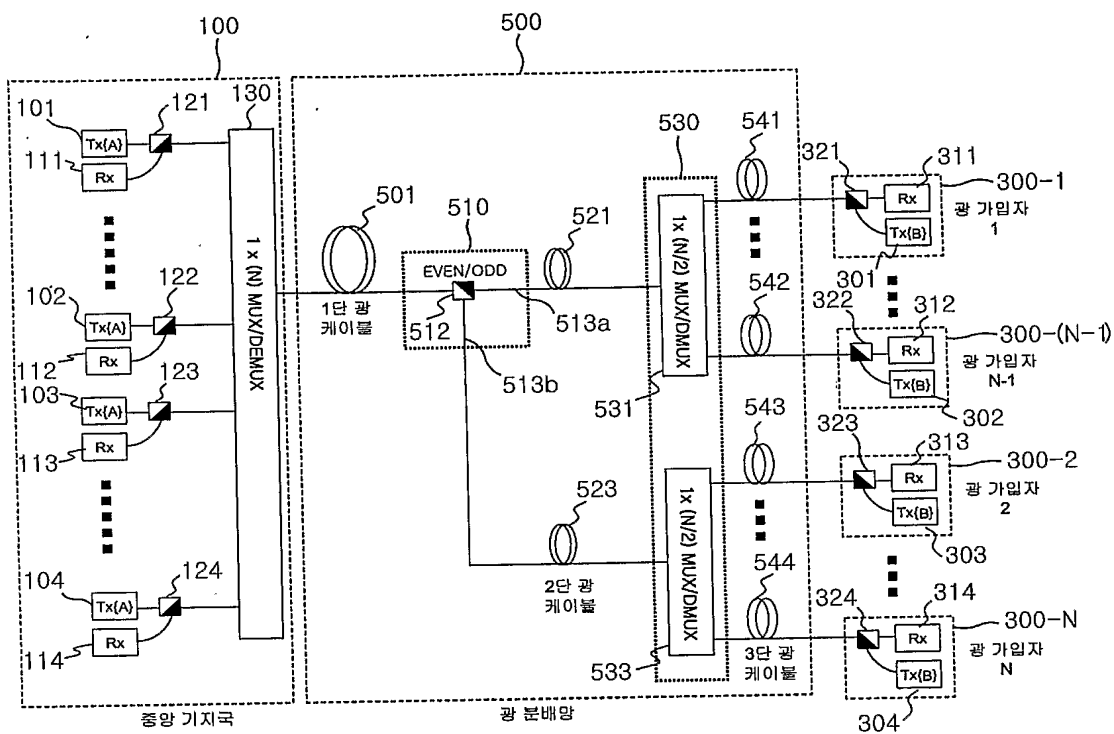
【도 1】



【도 2】

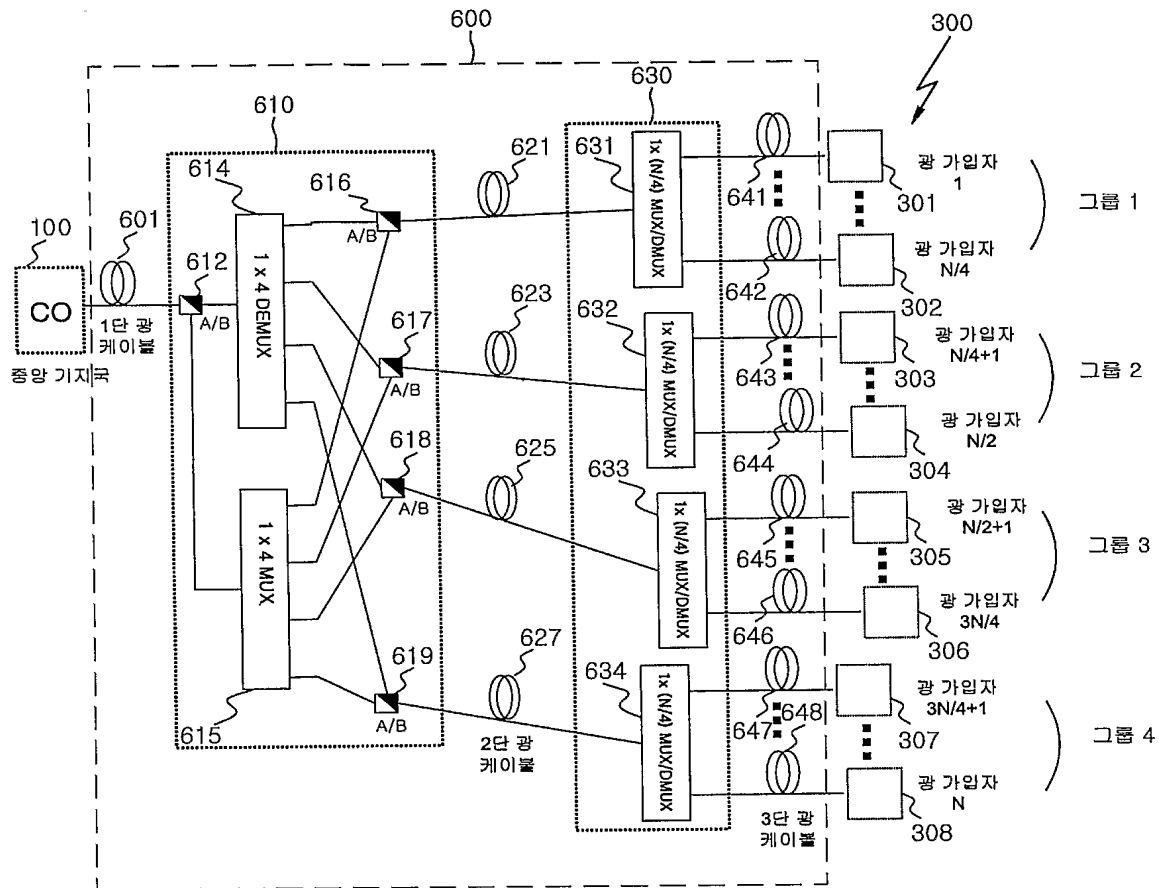


【도 3】





【도 4】



【도 5】

